

Penerapan Simulasi Numerik Penentuan Defleksi Pada Profil Hs- 75

Onny S Sutresman¹, dan Thomas Tjandinegara²

¹Jurusan Teknik Mesin Universitas Hasanuddin
Jl.Perintis Kemerdekaan km 10, Makassar, Sulawesi Selatan (90245)
E-mail: onny.sutresman@gmail.com

Abstrak

Salah satu profil baja ringan yang mempunyai bentuk *hat* (topi) adalah HS - 75. Profil ini sering digunakan pada rangka atap bangunan. Penggunaan baja ringan sebagai rangka utama suatu atap merupakan hal yang penting diaplikasikan karena mempunyai beberapa kelebihan yaitu berat dari profil lebih ringan, mudah dipasang dan dipindahkan, serta tahan terhadap korosi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis defleksi yang terjadi pada profil HS- 75 dengan menggunakan metode elemen hingga dan simulasi pada Inventor Ansys. Tumpuan yang digunakan dalam penelitian adalah tumpuan engsel – rol, menggunakan profil baja ringan HS-75 dengan panjang 1500 mm dengan tebal 0,8 mm. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Komputer yang dilengkapi dengan Software Inventor Ansys, alat tulis dan printer.

Metode penelitian ini melakukan perhitungan manual secara metode elemen hingga dan menggunakan software Inventor Ansys secara simulasi. Pada metode elemen hingga, rumus defleksi diperoleh dengan cara menurunkan persamaan defleksi, kemudian menentukan defleksi yang terjadi sesuai dengan syarat jenis tumpuan yang digunakan yaitu tumpuan engsel – rol. Sedangkan pada simulasi Inventor Ansys, melalui tahapan: membuat *sketch* seperti gambar yang direncanakan; *save part* dengan nama *hat section*; lalu masuk ke menu *assembly*; mencari nama *hat section*; masuk ke *beam and column*; menyimpan data dengan nama *analysis hat*; menentukan jenis material yang digunakan; pindah ke *tab beam calculation* untuk menentukan beban; isikan nilai pada kotak dialog *radial force* sesuai gambar yang direncanakan lalu klik Ok; pindah ke *tab beam graphs* dan masukkan data yang dibutuhkan, pilihlah dalam arah XZ Plane; selesai.

Hasil penelitian diperoleh bahwa baja ringan profil HS- 75 dapat menahan beban maksimum sebesar 1862 N dengan besar defleksi 2,6178 mm. Hal ini terjadi baik pada perhitungan metode elemen hingga maupun pada simulasi Inventor Ansys. Olehnya itu dapat disimpulkan bahwa baja ringan profil HS- 75 layak dijadikan material pengganti dalam sistem truss menggantikan material kayu.

Keywords: Defleksi, HS - 75, MEH, Ansys

Pendahuluan

Profil baja ringan yang mempunyai bentuk *hat* (topi) adalah profil HS (*Hat Section*) – 75. Profil HS - 75 terbuat dari pelat baja tipis dengan ketebalan 0,5 mm – 0,8 mm dengan lapisan aluminium yang biasa disebut zinaluminium. Profil ini sering diaplikasikan pada rangka atap suatu bangunan. Penggunaan baja ringan sebagai rangka utama suatu atap merupakan hal yang sangat penting diaplikasikan oleh karena profil HS - 75 mempunyai beberapa kelebihan yaitu berat profil lebih ringan, mudah dipasang dan dipindahkan, tahan korosi karena adanya lapisan aluminium.

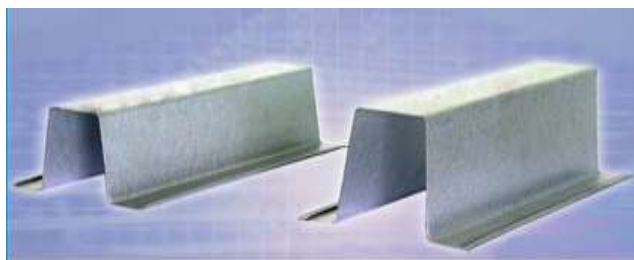
Dalam perencanaan suatu struktur selain perhitungan tegangan (*stress*) yang terjadi akibat beban yang bekerja, besarnya lenturan (*deflection*) seringkali harus diperhitungkan. Hal ini disebabkan walaupun tegangan yang terjadi masih lebih kecil daripada tegangan yang diijinkan oleh kekuatan bahan, bisa terjadi besar lenturan akibat beban yang bekerja melebihi batas yang diijinkan. Keadaan demikian dapat menyebabkan kerusakan serius pada struktur karena dapat mengakibatkan komponen menyimpang dari fungsi utamanya. Salah satu tipe elemen yang sering mengalami lenturan adalah *beam* (Dewa Ngakan dkk, 2009).

Balok atau beam adalah struktur atau elemen struktur yang menerima beban utama berupa gaya geser dan momen lentur, sehingga perpindahan (utamanya) adalah defleksi (tegak lurus sumbu balok) dan perpindahan sudut (sebidang dengan momen lentur). Elemen dari balok yang setiap titik nodalnya mempunyai dua derajat

kebebasan yaitu perpindahan vertikal v dan perpindahan sudut akibat gaya Q dan momen lentur M (Harsokoesoemo Darmawan, 2001).

Baja ringan sendiri lahir dari kebutuhan permintaan material atau bahan baku untuk struktur dan juga menipisnya persediaan kayu akibat penebangan hutan liar yang semakin tidak terkendali. Bahan dasar baja ringan adalah *Carbon Steel*, dimana *Carbon Steel* adalah baja yang terdiri dari elemen-elemen yang prosentase maksimum selain bajanya sebagai berikut : 1.70% *Carbon*, 1.65% *Manganese*, 0.60% *Silicon*, 0.60% *Copper*. Carbon dan Manganese adalah bahan pokok untuk meninggikan tegangan (strength) dari baja murni. Penambahan prosentase Carbon akan mempertinggi *yield stress* tetapi akan mengurangi daktilitas (Jaindo Metal Industries, 2002). Rangka atap baja ringan yang diproduksi di Indonesia menggunakan bahan dasar baja dengan kekuatan tarik G-550 Mpa atau setara dengan 5500 Megapascal sesuai standar AISI (*American Iron and Steell Institute*). Kekuatan dari baja, dengan proteksi korosi prima dan ketahanan temperature tinggi dari Alumunium, serta perlindungan Zinc pada bagian lipatan baja dan daerah goresan dengan aksi katodiknya . Untuk produk ZAM (zink,Aluminium,magnesium) ketahanan mencapai usia 60 tahun dan Zink Aluminum Alloy Coated dan Hot Dip Galvanized mencapai usia 15 tahun (Nakanori, Takayuki. 2005).

Model dari profil HS-75 dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Profil HS-75 (Sumber : Jaindo Metal Industri, 2003)

Metode elemen hingga adalah suatu bentuk metode yang digunakan sebagai salah satu solusi pendekatan untuk memecahkan berbagai permasalahan fisik, berupa analisis numerik teknik (Hammada Abbas dkk, 2006). Berbagai metode analisis defleksi untuk keperluan perancangan elemen mesin telah banyak tersedia, salah satunya adalah metode elemen hingga. Metode elemen hingga telah membuktikan kehandalannya dalam memecahkan persoalan-persoalan dibidang mekanika. Bahkan dalam perkembangan yang terakhir, masalah-masalah perpindahan panas, mekanika fluida, maupun getaran dapat dengan

mudah diselesaikan dengan menggunakan metode elemen hingga. Seiring dengan perkembangan teknologi komputer yang sangat pesat khususnya bidang *software*, mempengaruhi perkembangan *software* analisis tegangan berbasis metode elemen hingga. Salah satu perangkat lunak komputer yang dapat membantu dalam proses analisis tegangan dengan metode elemen hingga adalah *software Ansys*. Penerapan perangkat lunak komputer pada permasalahan perancangan elemen mesin diharapkan meningkatkan kualitas dan keakuratan hasil analisis. Di samping itu, dapat mengurangi waktu analisis yang mempengaruhi nilai ekonomis elemen mesin yang dirancang.

Autodesk Inventor adalah salah satu produk Autodesk Corp yang diperuntukkan bagi para Engineering Designer yang merupakan pengembangan dari produk-produk Autodesk terdahulu seperti Autocad ataupun Autocad mechanical (Hidayat, dkk. 2011). *Mechanical Design*. Edisi I, Informatika, Bandung..Autodesk Inventor merupakan merupakan software yang komprehensif dan fleksibel untuk desain mekanika 3D, simulasi Produk, perancangan mesin, Drafting, dan desain komunikasi.Autodesk inventor mempermudah untuk membangun 3D Digital Prototyping model yang memungkinkan anda untuk menghasilkan model 3D yang akurat serta dapat membantu merancang, memvisualisasikan, dan menyimulasikan produk sebelum produk tersebut diproduksi.Digital Prototyping dengan software inventor membantu perusahaan untuk mendesain produk yang lebih baik, mengurangi biaya pengembangan, dan mendapatkan pasar yang lebih cepat. Autodesk Inventor menyediakan fasilitas Ansys dan Beam and column yang berguna untuk menganalisa besarnya tegangan dan momen yang terjadi pada berbagai bentuk penampang balok dan tumpuan sehingga dapat dicari besarnya tegangan geser, momen bending dan besarnya lendutan yang terjadi dengan singkat dan akurat

Menurut Onny Sutresman (2010), yang menganalisis defleksi baja ringan profil UK 75 pada struktur truss pada diperoleh bahwa defleksi maksimum adalah 13,80 mm (secara teoritis) dan 15,30 mm (secara eksperimental) pada pembebanan 1870 kg. Kedua hasil defleksi maksimum yang terjadi lebih kecil dari defleksi maksimum yang diizinkan, (13,80 mm dan 15,30 mm < 20 mm). Dengan demikian struktur truss aman dari syarat kekuatan dan kekakuan.

Menurut Abdul Qohar Arosid (2013) yang mengkaji defleksi baja ringan profil C dengan menggunakan metode elemen hingga yang dieksekusi dengan program matlab dan pengujian secara eksperimental menunjukkan bahwa nilai defleksi untuk beban terpusat sebesar 3 kg pada pertengahan batang sebesar 0,6424 mm (hasil program matlab) dan 0,61 mm (hasil eksperimental).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis defleksi yang terjadi pada profil HS- 75 dengan menggunakan metode elemen hingga dan simulasi pada Inventor

Ansys.

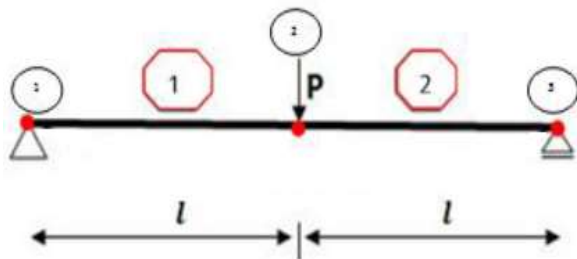
Skema Numerik & Fasilitas yang Digunakan

Fasilitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah komputer yang dilengkapi dengan Software Inventor Ansys, alat tulis dan printer. Adapun tumpuan yang dijadikan model pengujian adalah tumpuan engsel – rol, menggunakan profil baja ringan HS-75 dengan panjang 1500 mm dengan tebal 0,8 mm.

Metode Numerik yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan perhitungan manual secara metode elemen hingga dan menggunakan software Inventor Ansys secara simulasi. Pada metode elemen hingga, rumus defleksi diperoleh dengan cara menurunkan persamaan matriks defleksi, kemudian menentukan defleksi yang terjadi sesuai dengan syarat jenis tumpuan yang digunakan yaitu tumpuan engsel – rol.

Prosedur perhitungan defleksi dengan metode elemen hingga adalah sebagai berikut :

1. Menentukan jumlah elemen, titik nodal, dan derajat kebebasan yang berhubungan dengan elemen, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pembagian elemen dan titik nodal

2. Menyusun matriks kekakuan lokal (elemen).
3. Menyusun matriks kekakuan global, yang dikenal dengan penggolongan matriks lokal.
4. Memasukkan kondisi batas, serta reduksi matriks.
5. Memecahkan persamaan untuk memperoleh harga defleksi, dengan menggunakan persamaan :

$$\frac{EI}{l^3} \begin{pmatrix} 12 & 6l & -12 & 6l & 0 & 0 \\ 6l & 2l^2 & 6l & 2l^2 & 0 & 0 \\ -12 & -6l & 12 & 0 & -12 & 6l \\ -6l & 2l^2 & 0 & 8l^2 & -6l & 2l^2 \\ 0 & 0 & -12 & -6l & 12 & -6l \\ 0 & 0 & 6l & 2l^2 & -6l & -2l^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_1 \\ \theta_1 \\ v_2 \\ \theta_2 \\ v_3 \\ \theta_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Q_1 \\ M_1 \\ Q_2 \\ M_2 \\ Q_3 \\ M_3 \end{pmatrix}$$

Metode penyelesaian secara numerik dengan menggunakan Software Ansys dilakukan dengan

langkah sebagai berikut :

1. Membuat *sketch* seperti gambar yang direncanakan.
2. *Save part* dengan nama *hat section*.
3. Buka menu *assembly*.
4. Mencari nama *hat section*.
5. Masuk ke *beam and column*.
6. Menyimpan data dengan nama *analysis hat*.
7. Menentukan jenis material yang digunakan.
8. Pindah ke *tab beam calculation* untuk menentukan beban; isikan nilai pada kotak dialog *radial force* sesuai gambar yang direncanakan.
9. Klik Ok.
10. Pindah ke *tab beam graphs* dan masukkan data yang dibutuhkan, pilihlah dalam arah XZ Plane.
11. Selesai.

Untuk membandingkan defleksi hasil perhitungan metode elemen hingga dan simulasi ansys, maka digunakan persamaan prosentase kesalahan sebagai berikut :

$$PK = \left| \frac{\text{Hasil MEH} - \text{Hasil Ansys}}{\text{Hasil MEH}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Hasil dan Pembahasan

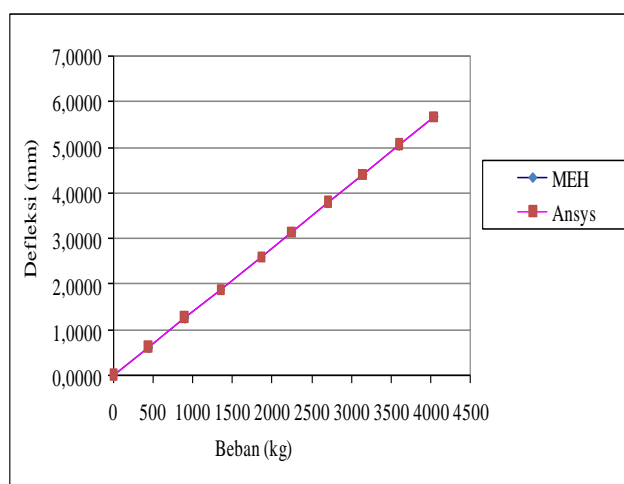
Analisis defleksi yang terjadi pada penelitian ini mengacu pada hasil yang diperoleh secara metode elemen hingga (MEH) dan simulasi ansys seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 3.

Hasil perhitungan secara metode elemen hingga yang ditampilkan pada Tabel 1 diperoleh dengan menggunakan rumus pada bagian prosedur perhitungan defleksi dengan menggunakan metode elemen hingga, setelah memasukkan data-data sebagai berikut :

- ❖ E = 203550 MPa
- ❖ I = 245697,49 mm⁴
- ❖ L = 15800 mm

Tabel 1. Hasil Perhitungan Defleksi Secara Metode Elemen Hingga (MEH) dan Simulasi Ansys

No.	Beban (kg)	Defleksi (mm)		Prosentase Kesalahan (%)	Kondisi Material
		MEH	Ansys		
1	0	0,0000	0,0000	0	
2	450	-0,6327	-0,6327	0	
3	900	-1,2653	-1,2653	0	
4	1350	-1,8980	-1,8980	0	
5	1862	-2,6178	-2,6178	0	Terjadi Tekuk
6	2250	-3,1633	-3,1633	0	
7	2700	-3,7960	-3,7960	0	
8	3150	-4,4286	-4,4286	0	
9	3600	-5,0613	-5,0613	0	
10	4050	-5,6940	-5,6940	0	



Gambar 3. Grafik Hubungan Defleksi (y) Terhadap Beban (P) dengan MEH & Simulasi Software Ansys Pada Pertengahan Batang

Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan dua cara perhitungan yakni metode elemen hingga dan metode simulasi Ansys pada profil HS - 75 dengan menggunakan tumpuan sederhana yakni tumpuan engsel-rol dimana beban yang diberikan adalah beban terpusat ditengah balok menghasilkan defleksi maksimum sebesar 2,6178 dengan beban maksimum sebesar 1862 N. Beban ini merupakan beban yang mampu ditahan oleh material HS - 75 sebelum mengalami tekuk / patah. Sehingga dapat diketahui bahwa baja ringan dengan profil HS- 75 dapat menahan beban maksimum sebesar 1862 N yang berasal dari beban hidup dan beban mati dengan besar defleksi 2,6178 mm.

Dari grafik juga menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara hasil perhitungan dengan menggunakan Metode Elemen Hingga (MEH) dan Simulasi Ansys.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan tentang perhitungan defleksi akibat adanya pembebanan dengan menggunakan metode elemen hingga dan simulasi ansys maka dapat disimpulkan bahwa dari data yang diperoleh dengan pengujian beban mati dan beban hidup maksimal sebesar 1862 N dapat disimpulkan bahwa baja ringan profil HS- 75 layak dijadikan material pengganti dalam sistem truss menggantikan material kayu.

Ucapan Terima kasih

Pada kesempatan ini kami menyampaikan terima

kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk, terutama kepada Ir. Baharuddin Mire, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Hasanuddin yang selalu mendorong untuk melakukan penelitian sekaligus memfasilitasi sarana dan prasarana terlaksananya penelitian ini.

Nomenklatur

E	Modulus elastisitas (MPa)
I	Momen inersia (m ⁴)
L	Panjang batang (mm)
P	Beban (kg)
y	Defleksi (mm)

Subsripts

eksp	Eksperimental
Num	Numerik

Referensi

Hammada Abbas & Nurwahyuni. Dasar-Dasar Komputasi Metode Elemen Hingga. CV. Bintang Lamumpatue, Makassar, 2006

Dewa Ngakan Ketut Putra Negara & Anak Agung Istri Agung Sri Komaladewi. Simulasi Studi Eksperimen dan Analisis Defleksi pada Ujung Bebas *Curved Beam* Akibat Beban Terkonsentrasi Tunggal, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M Vol. 3 No. 1, April 2009 (6 - 10).

Nakanori, Takayuki. *Test Laboratorium Nisshin Steel*. Jaiindo Metal Industri(JMI), Japan. 2005

Harsokoesoemo, Darmawan. Metode Elemen Hingga. Graha Ilmu, Bandung. 2001.

Hidayat dkk. *Autodesk Inventor Mastering 3D Mechanical Design*. Edisi I, Informatika, Bandung. 2011.

Sopyan, Haristian. Prosedur Penyiapan dan Pemasangan Rangka Atap UK Rv - B. PT.Jaiindo Metal Industries, Bandung. 2003.

Onny Sutresman. Analisis Defleksi pada Truss Profil UK 75 Tebal 0,5 mm dan 0,8 mm, Jurnal Mekanika Edisi 2, Makassar. 2010